

1^{AS} JORNADAS DE ENGENHARIA CIVIL

16 a 26 Novembro 1976



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

por JOSÉ A. TEIXEIRA TRIGO

Engenheiro Civil —Especialista do L.N.E.C. — Chefe da Divisão de Processos de Construção

SUMÁRIO

O CONCEITO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO. VIAS PARA A INDUSTRIALIZAÇÃO: RACIONALIZAÇÃO, MECANIZAÇÃO E PREFABRICAÇÃO. OS SISTEMAS DE CONSTRUÇÃO. A INDUSTRIALIZAÇÃO E O MEIO TÉCNICO E ECONÓMICO. ALGUNS ELEMENTOS ESTATÍSTICOS E EXEMPLOS.

INDUSTRIALISATION OF THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS

SUMMARY

THE CONCEPTION OF INDUSTRIALISATION OF THE CONSTRUCTION. WAYS OF THE INDUSTRIALISATION: RATIONALIZATION, MECANIZATION AND PRÉ-FABRICATION. THE SYSTEMS OF CONSTRUCTION. THE INDUSTRIALISATION AND THE TECHNICAL AND ECONOMICAL MEAN. SOME STATISICAL ELEMENTS AND EXAMPLES.

INDUSTRIALIZATION OF LA CONSTRUCTION D'ÉDIFICES

SOMMAIRE

LE CONCEPT D'INDUSTRIALISATION DE LA CONSTRUCTION. VOIES POUR ABOUTIR À L'INDUSTRIALISATION: RATIONALISATION, MECANISATION ET PRÉ-FABRICATION. LES SYSTÈMES DE CONSTRUCTION. L'INDUSTRIALISATION ET LE MOYEN TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE. QUELQUES ÉLÉMENTS STATISTIQUES ET EXEMPLES.

nota prévia

Em 1973, o autor teve oportunidade de divulgar, no âmbito dum curso sobre edifícios prefabricados realizado no LNEC, algumas reflexões sobre os conceitos ligados à industrialização da construção de edifícios e às vias pelas quais pode ser concretizado. Onde então, e apesar do curto período de tempo decorrido, foram publicados importantes estudos sobre o assunto que se tornava necessário ter em conta num trabalho de divulgação. Neles se incluem recentes recomendações da O.N.U. para a industrialização progressiva da construção, um debate sobre mecanização e automatização havido no C.S.T.B. e ainda um seminário sobre prefabricação realizada em Espanha. A alteração dos condicionamentos da indústria da construção em Portugal e as mais recentes estatísticas da O.N.U. sobre a evolução das técnicas de construção na Europa impunham também que tal revisão se fizesse alargando ligeiramente o seu âmbito e reformulando completamente diversas passagens. É este trabalho que, preparado no LNEC no âmbito do Planeamento de Estudos do Domínio dos Edifícios, se divulga em primeiro lugar e apenas parceladamente nas jornadas de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

1 — INTRODUÇÃO

Em todos os países se põe o problema da construção de edifícios com a maior economia de meios, quer se trate de habitações, de equipamento social — escolas, hospitais, etc. — ou ainda de instalações para a indústria e o comércio. A progressão demográfica, a aceleração do processo de urbanização com a consequente movimentação de grandes massas populacionais e a expansão de novos serviços colectivos para apoio das populações e das suas actividades sociais e económicas, obrigam os responsáveis pelos assuntos da construção, a procurarem as soluções que conduzam aos maiores índices de rentabilidade social. É sobretudo nos países mais atrasados e nos que se encontram em vias de desenvolvimento que aqueles fenómenos apresentam maior expressão e, em consequência, é aí que o problema da economia de meios se põe com maior acuidade, até porque tais meios são mais limitados.

São conhecidas em muitos países, inclusivé em Portugal, estimativas das carências de novas construções a curto e a longo

prazo (1). Em relação ao nosso país, as estimativas anteriores têm sido actualizadas por forma a se terem em conta os mais recentes movimentos populacionais, dos quais o mais significativo é, por certo, o regresso de grandes massas populacionais emigradas.

As experiências de alguns países que se lançaram em programas maciços de construção, mostram surgirem sempre novas necessidades. Em 1965, MYRDAL (8) tinha chamado a atenção para o facto de as necessidades de novas construções serem praticamente inesgotáveis perante a capacidade da indústria de construção nos países da Europa Ocidental. Felizmente que esta afirmação perdeu algum sentido em certos países europeus, como é o caso da Suécia e da Grã-Bretanha, onde o ritmo imposto à construção conseguiu ultrapassar as necessidades, assistindo-se recentemente a uma redução do esforço em novas construções.

No entanto, na maioria das regiões e a nível mundial, a questão mantém-se e pode-se considerar como uma utopia a construção, dentro de um curto prazo, de todos os edifícios necessários. Posta assim a questão, será tarefa dos responsáveis definir o volume dos meios que a sociedade pode afectar à construção, em função das disponibilidades e do conjunto das necessidades totais.

No caso português, o Colóquio sobre Política da Habitação (1) constituiu um primeiro passo na definição duma política a seguir. No essencial e no que respeita à habitação, as linhas de acção que estão a ser seguidas nos últimos anos, foram já delineadas naquele Colóquio. O planeamento mais recente aponta para um ritmo de construção de 65.000 fogos nos próximos 4 anos (5). Quem conheça um pouco das possibilidades actuais da indústria de construção, não pode deixar de se interrogar seriamente sobre a forma como aquele programa poderá ser posto em execução.

Também a construção escolar está submetida a fortes pressões resultantes da evolução social, económica e demográfica, devendo não só fornecer o tipo de construções apropriadas aos objectivos educativos em constante evolução, mas ainda fornecê-los onde são necessários e, em particular, fornecê-los em quantidades suficientes dentro de orçamentos limitados e quase sempre em prazos limitados (27). Neste domínio da construção escolar e em

(*) De acordo com as estatísticas da O.N.U. (3), na Grã-Bretanha construíram-se 321 mil fogos em 1963, atingiram-se 372 mil em 1971, tendo-se seguido uma redução que se cifra em 290 mil em 1974; na Suécia, verifica-se fenómeno análogo, com 81 mil fogos construídos em 1963, um máximo de 110 mil em 1970 e uma redução até 85 mil em 1974.

relação ao nosso país, não existe ainda um levantamento adequado das necessidades, nem uma programação correcta. Alguns elementos divulgados são sectoriais ou baseiam-se em hipóteses muito discutíveis.

Sendo múltiplos os factores que condicionam a definição das melhores soluções, não serão por certo as de índole tecnológica as mais importantes. A política de solos, os planos de investimento, a prioridade dada à habitação social ou aos programas de equipamentos e ainda o grau de organização e coordenação do sector, são alguns dos aspectos mais relevantes.

As considerações que se seguem restringem-se apenas a aspectos tecnológicos, ou seja, ao problema que as técnicas podem e devem resolver: a comunidade põe à sua disposição um certo volume de materiais, de meios financeiros e de mão de obra; com estes elementos e atendendo aos restantes condicionamentos locais, deverão otimizar a solução — uma solução que permita construir o maior volume, num mínimo tempo, dando satisfação às exigências dos utilizadores e por um custo moderado.

As recentes recomendações da O.N.U. relativas à industrialização progressiva da construção (4) têm em vista a definição de políticas e de medidas a nível governamental que criem as condições e incentivos necessários à ultrapassagem das limitações existentes em muitos países. Aí se põe a ênfase na necessidade de melhorar o uso das possibilidades humanas e materiais. Esta atitude é já um primeira posição de racionalização necessária à industrialização.

2 — CONCEITO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Em que consiste a industrialização da construção? O que a caracteriza?

Dum ponto de vista económico, a actividade da construção é uma actividade industrial, qualquer que seja o modo como se processa. É porém habitual, dum ponto de vista tecnológico, opor o conceito de construção industrializada ao de construção tradicional. Quais os elementos que permitem estabelecer a diferença? Vejamos.

BALLADUR (7) considera como característica de qualquer fabrico industrial a substituição do fabrico manual dos objectos pelo seu fabrico mecânico, ou seja, a substituição da energia humana pela mecânica. Só acessoriamente se trataria da utilização de certos métodos de organização do trabalho, como sejam a planificação dos estudos, o fabrico em série ou a montagem em cadeia.

BRAZÃO FARINHA (12), definindo a industrialização da construção como a aplicação das técnicas próprias da actividade industrial à execução das obras de construção civil, considera como atributos essenciais a mecanização e organização do trabalho e a repetição das operações de fabrico.

Analogamente, no documento da O.N.U. já citado (4), entende-se por industrialização a aplicação à construção dos métodos modernos em matéria de indústria e de organização da produção, sendo características do método industrial, a produção em grandes séries e as operações em cadeia. Considera-se ainda como sendo um processo evolutivo que deverá atingir no final a produção completamente industrializada dos edifícios.

Segundo ODDIE (27), o conceito de industrialização supõe que os meios de produção são as máquinas, de preferência à mão de obra e que ambas estão concentradas, de preferência em fábricas, por forma que possam ser usadas num fluxo regular da produção. Supõe que o produto é fabricado num grande número de exemplares, de preferência a um único.

HEINZ RITTER (15) designa por industrialização da construção o uso de métodos de construção que conduzam a uma redução importante no número de horas de trabalho, mantendo a mesma qualidade e o mesmo volume de produção. As suas principais características seriam a transferência do máximo de operações do estaleiro para instalações fixas e a racionalização sistemática das diferentes operações desde o projecto ao acabamento das construções.

Alguns autores (13) dão tal primazia ao factor repetição das operações de fabrico em instalações fixas que acabam por identi-

ficar industrialização da construção com prefabricação. Posição análoga é assumida em algumas publicações onde sob o título de industrialização se fala apenas de prefabricação.

Mais do que tentar uma definição de industrialização da construção, que seria sempre parcial, interessa reflectir sobre as suas principais características e que serão:

1 — Definição clara dos objectivos, a partir do conhecimento das necessidades e dos desejos dos utilizadores; esta definição é feita a nível global e ao nível das diversas entidades promotoras da construção;

2 — Preparação prévia do trabalho desde a programação global, passando pela normalização e pela racionalização do projecto, até à organização das tarefas de construção;

3 — Execução em instalações fixas, por uma ou mais indústrias complementares, de grande parte dos elementos da construção;

4 — Utilização predominante de máquinas e de energia mecânica em substituição da mão de obra, quer nas operações realizadas em instalações fixas, quer nas de estaleiro;

5 — Especialização e repetição das operações de fabrico e de montagem.

A análise destas características mostra já muito, claramente qual é a posição da prefabricação no processo de industrialização, com o qual não deve ser confundida. Embora a prefabricação constitua uma componente típica e muito importante da industrialização esta corresponde a uma noção muito mais vasta que incide sobre a totalidade do processo de construção, desde a preparação do plano até às últimas operações de acabamento.

Saliente-se ainda que nas diferentes vias de industrialização da construção se verificam certas tendências comuns: substituição do trabalho manual por trabalho mecânico; aproximação das condições de trabalho da construção em relação às que se encontram nas restantes indústrias; aumento de produtividade dum modo geral, há uma deslocação do homem como fonte de energia para o homem como planificador, organizador ou operador.

Apesar de tudo o que se disse, é difícil fixar onde começa a construção industrializada e acaba a tradicional. Com efeito, as características atrás referidas encontra-se também na construção tradicional. A diferença reside sobretudo numa questão de grau (27). Trata-se portanto de uma apreciação relativa, cheia de subjectividade, que, para o mesmo nível de evolução originária respostas diferentes, em diferentes meios ou épocas.

Se analisarmos as estatísticas relativas à evolução tecnológica da construção em Inglaterra, que mais adiante se incluem, fica-se surpreendido como, num país onde é evidente o processo de industrialização, os números registados apresentam, entre 1970 e 1974, uma redução da percentagem de edifícios construídos segundo técnicas de construção industrializada, de 38 % para 22 % (3).

Tudo o que até agora se disse sobre industrialização da construção e prefabricação não teria por certo a aprovação de ORDONEZ que, no texto do seu seminário de Prefabricação recentemente publicado em Espanha (26), repudia os conceitos mais divulgados sobre industrialização e prefabricação. Considerando que os termos, além do mais, estão gastos, introduz um novo conceito, o de "prefabismo", que seria uma forma de construir que, partindo de uma mentalidade nova, a industrialização da construção, usando como ferramenta a prefabricação, e tendo presente em todo o instante o homem, daria lugar a uma arquitectura que pertencesse a todos. O "prefabismo" exige as seguintes características simultâneas: industrialização, planificação, projecto com nova mentalidade, possibilidade de opção, investigação, racionalização e arte popular.

Mas deixemos Ordóñez e a sua utopia do "prefabismo" e retomemos o tema da industrialização da construção, no sentido que se vem apresentando.

3 — VIAS PARA A INDUSTRIALIZAÇÃO

Admitindo que tudo quanto se disse sobre as vias que conduzem à industrialização da construção se pode resumir nas acções de

— racionalização,

- mecanização,
 - prefabricação,
- analise-se cada uma delas com mais pormenor.

3.1 — Racionalização

Trata-se de todo o conjunto de acções tendentes ao aumento de rendimento do sector em conjunto e de cada uma das tarefas a realizar em particular. Racionalizar é aplicar, em matéria de organização, de planificação e de verificação, as técnicas adequadas à melhoria da qualidade e ao acréscimo da produtividade, fazendo o melhor uso dos meios humanos, dos materiais de construção e do equipamento e instalações. Sem se pretender ser exaustivo, apresentam-se seguidamente alguns exemplos de actividade racionalizadora.

Ao nível geral do sector, rejeita-se a actividade de regulamentação e normalização, seja na definição de níveis de qualidade, seja na normalização de dimensões e na correspondente coordenação dimensional modular, seja ainda na normalização e na elaboração de documentos — base de trabalho — regras de apresentação de projectos, regras de medição, cadernos de encargos tipo, contratos tipo. Se, na maioria dos casos, esta actividade de base do domínio da normalização é tarefa da administração, das associações profissionais ou dos organismos de investigação, ultrapassando as unidades de intervenção — gabinetes de projecto e empresas de construção —, toda a sua eficiência resulta do modo como por estas é usada e aplicada.

Neste domínio, tem sido constatada a grande vantagem na normalização de elementos de construção. Uma gama muito larga de produtos constitui um obstáculo à especialização e, portanto, à adopção da mecanização e do trabalho de série. Na reunião do C.S.T.B. já referida (6), MOULET salientou a importância da normalização para a indústria francesa de elementos leves de madeira. Nesta indústria, cerca de 80% da produção corresponde a elementos normalizados. Assim, por exemplo, em relação a janelas, existem cerca de 240 modelos normalizados, dos quais são produzidos para "stock" cerca de 150.

Em relação à coordenação dimensional modular, é também significativo o testemunho de STAALBY, na mesma reunião do C.S.T.B. (6), que refere o arranque da industrialização da construção na Dinamarca, cerca de 1960, como fortemente apoiada na prefabricação e na coordenação modular.

Ao nível da execução das obras, refere-se, por exemplo, a actividade de racionalização e organização dos estaleiros. Engloba a melhoria das instalações do estaleiro por meio dum plano de implantação bem concebido e pelo estudo do modo de utilização dos materiais, das vias de acesso, das condições de armazenamento, das oficinas, da implantação do equipamento, etc. O desenvolvimento da prefabricação confere particular interesse à organização dos parques de armazenamento e aos sistemas de transporte e de elevação.

Quanto aos processos de construção, cita-se, ainda como exemplo, a racionalização de cimbres e cofragens, que constituem uma parcela importante do custo total de certos tipos de edifícios. O aperfeiçoamento das ferramentas manuais, máquinas e outros elementos de equipamento correntemente usados, bem como a introdução de ferramentas e máquinas novas e mais eficazes, são também factores importantes da racionalização.

A prefabricação total ou parcial de certos elementos da construção, alguns dos quais fabricados junto ao próprio estaleiro das obras, pode permitir também importantes acréscimos de rendimento relativamente às soluções tradicionais. O que interessa salientar, dentro do conceito de racionalização, é que as decisões de prefabricar ou não certos elementos, ainda que integrados em edifícios de construção mais tradicional, devem resultar de opções bem esclarecidas quanto às suas vantagens relativamente a outras soluções possíveis.

A escolha dos materiais a utilizar constitui também um amplo campo da actividade racionalizadora. Há que procurar a utilização de materiais locais, por regra mais económicos, desde que possam garantir o respeito pelas exigências relativas ao comportamento das construções, em substituição de materiais importa-

dos, quase sempre mais caros. Este aspecto é importante porque é normalmente pela mesma via por que se importam técnicas de industrialização que se faz a importação de novos materiais. Mesmo em relação à importação das próprias técnicas, há que efectuar um laborioso trabalho de adaptação às condições locais, sob pena de se estar a seguir um caminho errado de industrialização. Este aspecto é salientado pelo relatório da O.N.U. já referido (4). No caso particular do nosso país, somos de opinião de que existem conhecimentos e técnicos com nível e em quantidade suficiente para a apreensão da evolução tecnológica dos países mais desenvolvidos, no domínio dos processos de construção, e a sua adaptação às condições locais.

A organização do trabalho nas unidades fixas e nos estaleiros é uma natural consequência da actividade de racionalização. Os métodos habitualmente seguidos conduzem à especialização do pessoal na execução de tarefas repetidas, embora simples. Se tal especialização é fácil de conseguir nas grandes séries, só compatíveis com empreendimentos de grande dimensão, já o mesmo não é fácil nas obras pequenas, não repetidas ou dispersas, ainda nas obras muito condicionadas pela geometria e natureza do terreno. A imaginação dos empresários e dos outros responsáveis pela organização do sector é desafiada e dos outros responsáveis pela vados índices de produtividade em trabalhos aparentemente não seriados.

A generalidade das acções de racionalização não implica grandes investimentos financeiros nem alteração profunda da estrutura da indústria de construção. Há sobretudo que investir estudo, cujos dividendos são muito elevados, em termos de acréscimo de produtividade. Citando ainda o relatório da O.N.U. (4), quando a racionalização é aplicada completa e eficazmente, pode fazer os custos de 20% a 30%. Por exemplo, na Dinamarca, os métodos tradicionais de construção exigem 22 horas — operários por metro quadrado de superfície habitável, nos edifícios de habitação. A racionalização, só por si, permite uma redução para 13 horas — operário.

3.2 — Mecanização

Insiste-se na importância que se atribui à substituição do homem pela máquina, à utilização da energia mecânica em vez da humana, como meio para melhorar não só a produtividade, mas também a qualidade da construção. Efectivamente, a introdução dos aparelhos de manobra, das máquinas de transporte, das máquinas-ferramenta, permite a obtenção dum maior rendimento do trabalho do operário e, por outro lado, permite que a construção possa expandir-se apesar da grande carência de operários especializados neste sector. Certos trabalhos, como a vibração e a soldadura, devido à sua própria natureza, só com máquinas podem atingir satisfatório nível de qualidade.

Nas instalações fixas, a mecanização assume aspectos cada vez mais importantes, pois aí se generalizaram os equipamentos de manutenção e transporte — guias, pontes rolantes, "charriots" eléctricos, "monorails" e até sistemas pneumáticos. Nas instalações de prefabricação pesada, destacam-se as centrais de betonagem, as máquinas de moldar, fixas ou móveis, as instalações de vapor e as autoclaves. No fabrico de componentes leves e na prefabricação também leve, há que referir a utilização de máquinas — ferramentas cada vez mais aperfeiçoadas e adequadas à realização de operações em grandes séries.

Nos estaleiros, é decisiva a contribuição dos equipamentos de transporte e elevação. Pensa-se apenas na evolução havida entre o transporte manual dos materiais de construção e os processos de elevação mecânica, inicialmente utilizando monta-cargas e, mais recentemente entre nós, utilizando guias de capacidade crescente.

O emprego de guias dimensionadas, por exemplo, para o transporte de baldes de betão fresco, traz consigo uma série de consequências. Apesar de se tratar em geral de guias de capacidade média (cerca de 1 tf na extremidade), é evidente não serem económicas para a elevação de cargas da ordem das dezenas ou das poucas centenas de quilogramas. Assim, assiste-se ao

desenvolvimento dos processos de acondicionamento dos materiais em embalagens com peso adequado àquela capacidade. Por outro lado, com este equipamento, passa a ser vantajoso o emprego de elementos de construção que, pesando muitas centenas de quilogramas, substituem os elementos cujo peso era adequado ao transporte manual. Daqui um incipiente desenvolvimento da prefabricação de elementos de construção — pranchas vasadas para pavimentos com a espessura da laje final, prelares, e preligas com nervuras metálicas, painéis para divisórias, lanços de escadas, grandes peças de fibrocimento, etc. — e ainda a utilização de elementos de cofragem de grande dimensão. O passo seguinte será o que o próprio desenvolvimento da prefabricação aponta: o emprego de guas de capacidade crescente.

Há no entanto que atender aos inconvenientes que as máquinas de grande potência apresentam. Além do seu elevado custo, têm maiores problemas de conservação e, para serem rentáveis, exigem uma ocupação mais plena.

Ainda no que respeita aos estaleiros de construção, importa referir o desenvolvimento que se verifica no emprego de outros elementos mecânicos: escavadoras, instalações e ferramentas de ar comprimido, ferramentas eléctricas, aquecedores para aceleração do endurecimento dos betões e da secagem das construções, etc.

Alguns números: na Suécia, o número total de guas utilizadas na construção passou de 45 em 1951 para 920 em 1960 e 4830 em 1970 (10).

As estatísticas nacionais da construção (2) referem-se apenas ao período de 1969 a 1972 e admite-se que enfermem de algumas deficiências de inquérito. No Quadro I, registam-se os valores relativos a alguns equipamentos mais significativos. Infelizmente, a partir de 1972, o I.N.E. mudou de critério e regista apenas o valor do equipamento adquirido em cada ano.

Quadro 1 — Equipamentos utilizados na construção em Portugal				
Tipo de Equipamentos	1969	1970	1971	1972
Dumpers	1580	1725	2611	2801
Tractoras (de lagartas e de rodas)	389	686	857	822
Guas	1221	1442	1918	1889
Monta cargas	281	486	744	871
Grupos geradores de electricidade	185	257	370	229

Falta ainda uma referência em relação à automatização que acompanha em geral o processo de mecanização, tema que constitui o objectivo da reunião do C.S.T.B. já referido (6). Nesta reunião foi analisada a experiência alcançada com a automatização de fábricas de prefabricação pesada de betão, de vigotas para pavimentos, de caixilharias de madeira, etc. BLACHÈRE fala mesmo em automação ou, para evitar confusões, no controlo e regulação automática. Tratar-se-ia sobretudo da possibilidade suplementar dada às máquinas de se ajustarem, dentro de certos limites, a um determinado programa de fabrico definido sob a forma de cartões perfurados ou de bandas magnéticas.

3.3 — Prefabricação

O que anteriormente se disse permite situar já a prefabricação como uma das vias mais importantes para a industrialização dos edifícios, embora não se lhe atribua carácter de exclusividade. É fácil compreender também que as acções de racionalização, mecanização e prefabricação se sobrepõem e interpenetram de tal forma que é difícil separá-las claramente.

Como e quando começou a prefabricação, será uma questão que não terá muito interesse analisar agora. Existem publicações sobre o assunto (26). Quais são as suas diversas etapas já será um aspecto com mais interesse prático. Sobre este assunto o relatório da O.N.U. que temos vindo a referir contém indicações úteis quanto ao processo correcto de desenvolver a prefabricação (4).

Sem se pretender entrar em definições, consideram-se como

prefabricação as técnicas de construção que se baseiam na produção de elementos de construção fora dos seus locais definitivos, no estaleiro ou fora da obra, os quais são posteriormente ligados e montados no seu local definitivo. Num conceito muito alargado, seria prefabricação o fabrico de blocos cerâmicos em locais e instalações diferentes do estaleiro, o que se faz há milénios. Mas, hoje em dia, e ao mesmo nível, seria prefabricação a preparação de tintas a partir dos seus constituintes, em unidades fabris especializadas. Porém, quando as pinturas se apresentam já aplicadas em superfícies contínuas destinadas a serem coladas nas paredes, por certo que se passou a um estágio mais adiantado de prefabricação. A este nível poder-se-iam incluir as caixilharias interiores e exteriores, as divisórias e fachadas leves ou ainda certos equipamentos sanitários e de cozinha completamente acabados em fábrica.

No entanto, não é exactamente naquele âmbito que se utiliza o termo prefabricação, o qual habitualmente inclui apenas os elementos da construção que, podendo ser executados em obra segundo técnicas válidas, são fabricados fora do seu local definitivo e posteriormente montados. Assim, é já corrente falar de prefabricação parcial em relação à integração em construções, construídas segundo métodos tradicionais, de elementos fabricados fora delas. É o caso já referido dos elementos para pavimentos — vigotas, prelares, pranchas vasadas —, dos lanços de escadas, das divisórias e das fachadas pesadas, dos elementos para estruturas reticuladas, etc. Habitualmente este tipo de peças prefabricadas não inclui ainda quaisquer elementos secundários associados ou revestimentos.

O passo mais significativo é porém o representado pela fabricação total, onde a maioria possível das operações de construção se faz em fábrica ou oficinas, sendo o edifício obtido em grande parte pela montagem dos elementos prefabricados. Encontram-se neste caso soluções de construção pesada — que atingem o maior desenvolvimento nos sistemas de painéis pesados ou nos sistemas mistos de estrutura reticulada e painéis de enchimento — e ainda as mais variadas soluções de construção leve. Mesmo quando não integram outros elementos secundários ou de equipamento, também prefabricados, tais processos englobam trabalhos que ultrapassam um terço do custo total das obras e, sobretudo na construção leve, se aproximam por vezes dos 80% do valor da construção.

A concentração em instalações fixas do fabrico de partes importantes da construção permite utilizar as vantagens da especialização e da racionalização do trabalho.

Porque é nos sistemas que as diversas acções de industrialização atingem no momento, a sua máxima expressão, impõem-se-lhes uma breve referência.

4 — SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS

4.1 — Características gerais

Adopta-se um conceito de sistema que não corresponde ao processo de construção nem mesmo à série industrial. Em sentido lato e atendendo a que o termo sistema significa um conjunto de relações entre partes interdependentes, mesmo nas construções tradicionais haverá um sistema. Porém, na acepção que se irá usar, os sistemas que se consideram são apenas os industrializados, ou seja, os sistemas que não só são racionalizados (e em consequência) e eventualmente prefabricados, os elementos de construção, mas também são normalizados as suas relações (diga-se ligações). No que se segue, usar-se-á o termo sistema como sinónimo de sistema industrializado.

Nos sistemas de construção, e nos casos mais perfeitos, encontra-se uma integração de todo o processo construtivo, desde a fase de planeamento e projecto, passando pela organização das tarefas, pelos métodos e instalações de fabrico, pelos processos e equipamentos de montagem, até à conclusão das construções. Em princípio, tudo estará previsto, racionalizado, digamos industrializado.

O sistema, para atingir uma maior eficácia, começa antes do próprio projecto. Assim, inclui uma coordenação de dimensões,

métodos próprios da concepção e de apresentação dos projectos e técnicas de fabrico dos elementos (em instalações próprias ou sob contrato). Através de empresas próprias ou associadas, procede à montagem segundo técnicas normalizadas. Inclui elementos secundários e de revestimento que, embora com uma certa flexibilidade, são definidos com todo o pormenor.

O sistema é oposto à improvisação.

4.2 — Características dos principais tipos de sistemas

Os sistemas que experimentaram maior expansão foram, pelo menos até há poucos anos, a de painéis pesados auto-portantes destinados a construções para habitação e outras utilizações análogas. Desenvolveram-se no pós-guerra nos países europeus, inicialmente com maior rapidez nos de economia planificada e posteriormente também nos de economia de mercado. Nestes últimos tiveram de introduzir sucessivos aperfeiçoamentos para se conseguir impor à construção tradicional em curso de racionalização, o que lhes valeu entretanto uma expansão a nível mundial.

Face à reduzida adaptabilidade das construções resultantes daqueles sistemas, e para satisfação das necessidades da construção de edifícios escolares e de escritórios, têm-se desenvolvido entretanto as soluções mistas de estrutura rectilínea da prefabricada com painéis para pavimentos e para a envolvente da construção, associando divisórias amovíveis.

O desenvolvimento destes sistemas deu origem a grandes instalações de prefabricação pesada, sendo correntes unidades para a produção de 1000 ou 2000 fogos anuais e até, como acontece na U.R.S.S., para 10.000 fogos anuais. A título de exemplo, cita-se uma fábrica dinamarquesa (6) que utiliza a moldagem de painéis de betão em bateria de elevado rendimento, com a produção de 2000 fogos anuais. Nestas instalações a produtividade atinge cerca de 2,5 horas-operário por metro quadrado de habitação. Em obra há um gasto adicional da ordem de 4 horas-operário, o que totaliza cerca de 6,5 horas-operário por metro quadrado.

Menos espectaculares, por serem usados em construções de baixa altura, são os sistemas de construção leve, com base em elementos de madeira, metálicos, plásticos ou de fibrocimento. Surgem no seguimento de uma experiência largamente generalizada deste tipo de construções em certas regiões e climas e atingem, neste momento, um grande desenvolvimento, particularmente na América do Norte. O seu êxito baseia-se na grande mobilidade da população activa norte-americana e no facto de os utentes-proprietários se contentarem com um bem de consumo de duração reduzida. As construções "mobile home", transportadas praticamente construídas da fábrica para o local definitivo, atingiram já um volume da ordem de alguns milhões de fogos nestes últimos anos. caso, uma organização perfeita das cadeias de fabrico e montagem assegura uma elevadíssima produtividade. A produtividade é da ordem de 3 horas-operário por metro quadrado.

Noutros sistemas, mais do que à prefabricação, recorre-se a técnicas de fabrico em obra. É o caso do sistema de origem norte-americana "Lift-slab" que constrói parte das estruturas ao nível térreo e as eleva para a sua posição definitiva por meio de macacos. No sistema inglês "Jackblock", usam-se técnicas do mesmo tipo: a construção é realizada ao nível do piso térreo, praticamente acabada e é elevada por macacos. A principal vantagem destas técnicas é permitirem a execução de grande parte do trabalho no mesmo local, a base do edifício, o que tem particular interesse em climas frios.

A técnica do "beton bauché", originária do sul de França e utilizada na construção de estruturas laminares de paredes e pavimentos de betão armado, tem permitido nos últimos anos uma forma de industrialização e incorpora paredes de elementos prefabricados. Esta técnica, nas suas formas mais evoluídas, associa equipamentos e elementos secundários. Note-se que, também neste caso, só se beneficia de todas as vantagens do processo quando este integra os vários atributos do sistema: coordenação de dimensões, particularmente para um bom rendimento das cofragens; racionalização do projecto para uma correcta integração

das canalizações e dos equipamentos; planificação das operações com vista à economia de mão de obra.

Normalmente estes sistemas utilizam uma forte mecanização em especial nas suas versões de "construção-túnel". Em relação aos processos de prefabricação pesada, permitem uma melhor integração dos elementos secundários e apresentam a vantagem adicional da economia de transportes. Permitem ainda uma redução dos problemas das juntas, quando integram elementos prefabricados.

Uma análise conjunta e necessariamente incompleta dos três tipos de sistemas referidos permite verificar que enquanto os sistemas de construção leve se não adaptam a edifícios em altura e apresentam graves limitações quanto à inércia térmica, nos outros tipos, embora estes inconvenientes desapareçam, surgem outros novos. Assim, nas construções de painéis pesados, os inconvenientes resultam do próprio peso que origina encargos significativos no transporte e na elevação em obra. Os sistemas de betão moldado em obra limitam a industrialização a uma parcela muito reduzida da construção, em termos do seu custo: cerca de 30 %.

Parece assim que a solução será encontrar sistemas que se baseiem na prefabricação dos elementos mais leves, quando possível com revestimentos e equipamentos incluídos e que constituam a cofragem para a colocação em obra dos materiais estruturais por natureza pesados. Esta ideia está já parcialmente posta em prática com a utilização de prelares, prévigas e envolventes para pilares com as armaduras incorporadas, RUIZ DUERTO 28 estudou recentemente em Espanha um sistema, ainda em fase experimental, e que se baseia na prefabricação total da cofragem, que fica incorporada na construção definitiva. Trata-se de caixas leves, tridimensionais e autoportantes, com cerca de 25 a 30 m², totalmente acabadas e que funcionam de cofragem perdida para o enchimento de betão vasado, no caso das paredes, e servindo de apoio provisório a placas prefabricadas para os pavimentos. Os painéis, executados à base de "placoplâtre", incorporam as instalações, eventuais armaduras suplementares da estrutura das paredes, o equipamento sanitário, os acabamentos interiores e das fachadas, a carpintaria interior o exterior, o mobiliário fixo, tudo construído em cadeia. Sendo o peso da cofragem da ordem de 35 Kg/m², é facilmente manobrado por guias com a capacidade de 1 tf na extremidade. O valor da parte industrializada, segundo o autor, pode ultrapassar 60 %. A produtividade atinge cerca de 6 horas-operário por metro quadrado.

Crê-se que a ideia atrás apresentada poderá vir a constituir a base da futura industrialização da construção: prefabricação da cofragem com incorporação do equipamento e do acabamento e posterior vazamento em obra dos materiais resistentes. Julga-se ainda que a indústria aeronáutica, com a sua experiência e desenvolvimento, poderá vir a dar um grande contributo neste sentido.

4.3 — Sistemas abertos

Os sistemas que se têm vindo a referir assumem normalmente a forma de sistemas fechados, ou seja, sistemas cujos elementos de construção não são intermutáveis, sendo usados apenas por uma única organização produtora, eventualmente com algumas concessionárias.

A abertura dos sistemas de construção no sentido da possibilidade de diferentes fabricantes produzirem elementos e componentes a integrar nas mesmas construções, está dependente sobretudo da resolução do problema das ligações. Esta questão tem sido uma das maiores dificuldades de natureza tecnológica para a abertura dos sistemas de construção (*).

Têm sido tentadas algumas experiências no sentido da abertura dos sistemas. Referem-se, por exemplo, duas experiências diferentes: uma francesa (22) e outra israelita (23). Em ambos os casos se trata de construções de pequeno porte. Os fabricantes produzem elementos que satisfazem a um conjunto de regras que permite a sua integração em diferentes construções, o que terá a

(*) Razões de índole comercial são, por certo, também muito importantes.

vantagem da sua escolha por catálogo, permitindo maiores séries e portanto elevados índices de produtividade. Pode-se afirmar que também nestes casos haverá, por detrás do conjunto dos fabricantes e das empresas de montagem, verdadeiros sistemas que garantem a eficiência do processo.

Solução análoga é a desenvolvida na Grã-Bretanha para a construção escolar. Após uma primeira fase de construção segundo sistemas privados que deram uma importante contribuição para a aceleração da construção escolar, desenvolveram-se vários sistemas sob a forma de consórcios públicos — CLASP, SCOLA e SEAC — que associam as autoridades escolares com as produtoras de elementos prefabricados metálicos e de betão e ainda com a indústria de produção em série de elementos secundários (17).

Já se referiu que uma das razões para o êxito na industrialização da construção dinamarquesa foi a introdução da coordenação modular, a qual foi acompanhada pela normalização das ligações. Criaram-se assim condições para a abertura dos sistemas de prefabricação. Naquele país está em desenvolvimento um novo esforço de abertura, através do B.P.S. — Byggeriets Planlaegnings Systems (Sistema de Planeamento da Construção) que pretende acelerar ainda mais a produção, com sistema aberto, de elementos de construção, a partir de uma cooperação entre os serviços oficiais de investigação no domínio da construção, os projectistas, os industriais de construção e ainda os donos de obra do sector público (6). O trabalho desenvolvido no quadro desta cooperação está na fase de racionalização e apoia-se nos seguintes elementos:

- convenções dimensionais,
- convenções de qualidade,
- catálogos com pormenores de ligação,
- documentação sobre os sistemas parciais e as componentes,
- normalização dos desenhos.
- guia para a concepção dos sistemas parciais e dos componentes,
- controlo de qualidade.

A abertura de um sistema só se atinge quando os produtores, os projectistas e os utilizadores estão de acordo em aceitar as mesmas regras de qualidade, de dimensão e de ligação. É particularmente significativa a acção em curso no Grupo Modular Internacional — grupo de trabalho W24 do CIB (10) no domínio da coordenação dimensional e da definição de tolerâncias de dimensões. Acções deste tipo, complementadas com esforços convergentes da ISO, também no domínio da coordenação dimensional modular e da tipificação de juntas, do CEB e da FIP nas recomendações para dimensionamento e execução de estruturas da UEA etc no estabelecimento de directivas comuns e de outras organizações industriais análogas, permite antever a possibilidade de uma maior abertura dos sistemas a nível internacional. Será utopia pensar num sistema mundial em substituição dos sistemas das empresas dos consórcios ou até regionais?

5 — RELAÇÕES ENTRE A INDUSTRIALIZAÇÃO E O MEIO

Em virtude da diversidade das intervenções que exige, o processo de industrialização da construção é largamente dependente do processo geral do desenvolvimento técnico económico e social do meio em que se insere. Analisam-se seguidamente as principais relações com o meio técnico e com a situação do mercado de emprego.

5.1 — Meio técnico

Dificuldades diversas, especialmente as resultantes das grandes dimensões e do peso dos elementos mais significativos usados pela construção, impedem trocas importantes entre regiões afastadas. Por outro lado, as construções, quer se trate de edifícios quer não, têm um carácter demasiado individual e local que não permite o desenvolvimento de uma padronização sistémica das soluções.

Assim, numa região em vias de desenvolvimento, como no nosso país, o processo de industrialização choca, logo de início, com as deficiências existentes no ensino e na preparação dos quadros técnicos, nos métodos de projecto, na organização do trabalho e ainda com a falta de normalização. Tratando-se de domínios em que a evolução é necessariamente lenta, pode-se afirmar que não serão de esperar mudanças radicais num curto período de tempo.

No que respeita às inter-relações com as outras indústrias, verifica-se que, no processo de desenvolvimento económico, a produção de materiais de construção, se tornou ela própria um ramo industrial autónomo. Por outro lado, certos sectores da indústria vêm aumentando gradualmente a sua participação na produção de equipamento e de componentes para a construção. Deste modo, esta indústria aumenta a sua dependência em relação aos outros ramos industriais. É significativa a participação das indústrias metalúrgica, metalomecânica, da madeira, da cerâmica, do cimento e ainda o ramo dos transportes.

A indústria da madeira fornece, além da madeira em bruto e aparelhada, o contraplacado e o aglomerado e ainda componentes da construção como sejam: portas, caixilhos para janelas, divisórias e elementos de revestimento de paredes, tectos e pisos. Em certas regiões é importante a contribuição deste sector, sob a forma de estruturas de madeira e de casa leves. O desenvolvimento da indústria da madeira presta, e pode assegurar, no futuro, um importante contributo para a industrialização da construção.

A indústria química, em especial o sector dos plásticos, vem aumentando cautelosamente a sua contribuição. Os plásticos são cada vez mais usados nas instalações sanitárias, impermeabilizações, isolamento térmico, revestimentos de pisos e de paredes, pinturas, etc..

A indústria metalúrgica fornece tradicionalmente os aços para as armaduras e os perfilados de construção. A indústria de construção exige porém materiais de qualidade, cada vez mais, particularmente aços para pré-esforço, perfilados de parede fina e ainda toda uma gama de metais com superfícies resistentes à corrosão.

O ramo das metalomecânicas contribui com portas, caixilhos para janelas, painéis para divisórias e tectos, ascensores, equipamento, ventilação e ar condicionado, etc. O rendimento dos estaleiros é influenciado pelo uso dos cimbres e cofragens metálicas recuperáveis e por todo o equipamento de transporte e manutenção.

Em todo este conjunto, podem-se detectar alguns pontos fundamentais que estão a condicionar o futuro da industrialização da construção. Assim, o desenvolvimento do uso de elementos prefabricados de betão implica a possibilidade de se dispôr de novos tipos de cimentos, de certos tipos e qualidades de aços para armaduras e ainda de certos materiais para isolamentos térmicos. A redução da incidência da mão-de-obra nos estaleiros implica o fornecimento de quantidades crescentes de componentes acabados. O equipamento de estaleiro e as instalações de prefabricação dependem do apoio da indústria metalomecânica. A realização de um programa de construção não é apenas um problema interno da indústria de construção: requer uma acção coordenada com numerosos sectores industriais.

Mas a indústria de construção não recebe dos outros sectores industriais apenas os seus produtos-cópia também os seus métodos a sua organização e a sua experiência tecnológica. Os princípios da repetição e da produção em grandes séries, que constituem a base dos métodos de produção industrial, necessitam porém de um ajustamento às características peculiares da construção.

Crê-se que não será possível o desenvolvimento correcto dum programa de industrialização da construção que não se baseie num desenvolvimento global da indústria e na adopção de uma mentalidade industrial. Assiste-se em Portugal às primeiras tentativas para a industrialização da construção: introdução de instalações de prefabricação de soluções de cofragens industrializadas, de equipamento cada vez mais potente nos estaleiros e outras manifestações secundárias do processo. Só quem tem trabalhado neste campo poderá sentir as dificuldades encontradas

para conseguir uma autêntica industrialização. Quantas vezes o processo fica pelas suas manifestações de aparência sem atingir uma verdadeira fase industrial, com as suas características de racionalização; organização e mecanização das operações e integração de elementos e componentes produzidos também industrialmente. Os benefícios de produtividade, de rapidez e de qualidade que uma prefabricação pode permitir são anuladas por deficiências na racionalização do processo, por defeitos de projecto, por falta de organização do trabalho ou ainda por falta de apoio das indústrias subsidiárias.

Situações correntes que se vêm generalizando entre nós, como a prefabricação de elementos sem qualquer controlo dimensional, que muitas vezes têm de ser separados e acertados na obra, o transporte de peças prefabricadas pesadas a distâncias tais que só a falta duma contabilidade correcta impede a percepção do erro em que se incorre, a incentivos à industrialização, por parte de entidades promotoras das obras que abdicam de qualquer controlo da qualidade na fase de projecto, de fabrico ou de montagem, o uso incorrecto de soluções tecnológicas importadas, as séries excessivamente curtas resultantes da falta de planeamento, têm de ser denunciadas com vigor, sob pena de, em vez de se caminhar no sentido de uma efectiva industrialização da construção, se estar a iniciar um processo de regressão e degradação da qualidade.

5.2 — Situação do emprego

Uma política de industrialização da construção deverá ter em conta a situação do mercado de emprego. A indústria de construção e de obras públicas absorve um volume de mão-de-obra muito importante, situando-se numa fase de transição para os trabalhadores não qualificados excedentes do sector primário, antes da sua passagem a outras actividades do sector secundário ou dos serviços.

A existência de mão-de-obra disponível não favorece a mecanização. É o que se passa nos países em vias de desenvolvimento. Mesmo em países com uma experiência significativa no domínio da industrialização da construção, como a França, a existência de mão-de-obra emigrada barata constitui um travão ao processo. BLACHÈRE (6) constata o atraso francês verificado nos últimos anos, relativamente a países como a Áustria, a Dinamarca ou a Polónia, em aspectos como a mecanização e a automatização.

Aceita-se que, em certas regiões (14) ou em épocas de crise económica, uma política global conduza à necessidade de incorporar excedentes de mão-de-obra na construção. Isto não impede, porém, que se procure, mesmo em tais casos, um objectivo de eficiência que só se obtém pela via da racionalização. O objectivo principal a ter em conta não será o de absorver os excedentes de mão-de-obra, mas sim o de produzir um maior volume de construções com os mesmos investimentos totais.

É um erro muito grave pensar que, por exemplo nos países em vias de desenvolvimento, não haverá interesse em melhorar a produtividade, pela simples razão de que a mão-de-obra é ainda abundante e barata. Se a actividade da construção se elevasse ao nível conveniente para dar satisfação às enormes necessidades de habitação, de equipamento colectivo, ela seria, desde que utilizasse técnicas modernas, capaz de, por si só, absorver uma grande parte da massa de desempregados.

Um índice proposto pela O.N.U. (4) para, como critério geral, se localizar o atraso ou avanço da industrialização da construção, é o relativo à incidência do custo da mão-de-obra no custo global da construção. Segundo aquela Organização, quando tal índice ultrapassa 40 %, existe atraso no processo de industrialização.

Alguns países seguiram neste domínio uma política muito ponderada. É o caso do Japão (6) que preparou uma mudança no campo tecnológico, tendo em atenção os riscos de desemprego. Esta preparação durou cerca de 15 anos. Iniciou a construção de um certo número de edifícios prefabricados, apenas para se familiarizar com o processo. Acompanhou muito de perto tudo o que se fazia no estrangeiro, realizando estudos sistemáticos e, quando o problema da produtividade se tornou

agudo, construiu fábricas muito rapidamente. Actualmente, as fábricas japonesas são, regra geral, muito mais mecanizadas do que as francesas. Política análoga foi seguida em relação ao "béton bauché".

Os resultados atingidos quanto à economia de mão-de-obra, com a adopção de soluções industrializadas, são espectaculares. Ao longo desta exposição, foi várias vezes referido o índice de produtividade representado pelo número de horas-operário por metro quadrado de construção. Em vez dos valores da ordem de algumas dezenas, característicos da construção tradicional, baixa-se para valores de 8, de 6 ou até de 3 horas.

A situação portuguesa actual, deste ponto de vista, parece muito preocupante. Juntamente com uma crise conjuntural de desemprego, rejeita-se um índice de produtividade que se estima entre 25 e 30 horas-operário por metro quadrado. (*)

Relativamente à percentagem do custo da mão-de-obra no custo total da construção, trata-se de um tema de forte discussão. Note-se no entanto que a análise dos dados do I.N.E. conduz a uma estrutura de custos nas obras de habitação que situa aquele valor em 40 %, para 1970, portanto no limiar do valor recomendado pela O.N.U. Desde então tem vindo a crescer. Embora o Estado tenha aceite, nas fórmulas de revisão de preços fixados em 1975, o valor de 50 %, um trabalho recente do LNEC que tratou a informação fornecida por cerca de 40 projectos de edifícios, permite admitir que o valor real seja ainda superior.

Se se atentar nos programas de construção fixados oficialmente, que prevêm um acréscimo imediato da ordem dos 50 % na produção de habitações, e ainda nas carências reais de mão-de-obra qualificada na construção, é fácil concluir que é necessário adoptar medidas urgentes de industrialização, ainda que com muita atenção ao mercado de emprego (**).

Outro aspecto que merece também uma breve reflexão, é o que se refere aos quadros. Mais do que técnicos de projecto e cálculo, cujo número pode ser muito reduzido, são necessárias pessoas para trabalho em organização e métodos. Necessitam-se técnicos para os estudos fundamentais de pesquisa e normalização, pessoas que saibam planear e conduzir os trabalhos.

São necessários engenheiros para conceber máquinas e desenvolver métodos.

6 — ALGUNS ELEMENTOS ESTATÍSTICOS

Não é fácil a comparação entre os dados estatísticos relativos a países diferentes. No entanto, as estatísticas da O.N.U. (3) fornecem alguns números com interesse e traduzem as soluções utilizadas nos elementos resistentes das construções.

Assim, na Grã-Bretanha verifica-se, paradoxalmente, uma redução, em termos estatísticos, da percentagem de construção industrializada, entre 1970 e 1974 (Quadro 2). Dentro deste tipo de construção, é sensível a redução da percentagem de edifícios de painéis pesados. Por certo não é estranha a este fenómeno a repercussão na opinião pública inglesa dum acidente, em 1968, com um edifício deste tipo. Note-se também que, no caso inglês, houve no mesmo período uma redução sensível na produção de novos fogos para habitação. Em termos gerais, dá a impressão que o esforço de construção do final da década de 60 e início da actual foi feito à custa de soluções ditas industrializadas, mantendo-se no entanto um ritmo de racionalização da construção tradicional, não evidenciado em termos estatísticos.

(*) Este valor estimado refere-se a 1974 e não tem nada a ver com problemas entretanto surgidos.

(**) Entende-se que, ao contrário do que aparece frequentemente difundido, não deve ser a construção de habitações a absorver os excessos de mão-de-obra provocados pelas crises económicas. Efectivamente não parece correcto atribuir a um sector industrial tão sensível, cujos custos se repartem depois com desigualdade, os encargos sociais do desemprego. Devendo ser a comunidade a suportá-los, nada melhor do que, por exemplo, obras como as de estradas para absorverem este excesso. Os custos seriam suportados directamente pelo Estado e neste sector não haveria o risco de, passada a crise, não ser fácil recuperar o nível tecnológico adequado. Na prática, bastaria limitar, nos programas de concurso dessas obras, e apenas nas zonas em que tal fosse considerado com interesse, o emprego de meios mecânicos.

Quadro 2 — Construções para todos os tipos de habitação na Grã-Bretanha					
Tipos de construção	Porcentagem				
	1970	1971	1972	1973	1974
Construção tradicional (principalmente de tijolo)	62,2	68,0	76,8	80,2	78,3
Construção industrializada	37,8	34,0	23,4	19,8	21,7
Na construção industrializada — total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Betão: Painéis	44,3	46,2	31,8	26,6	20,4
Estrutura reticulada	1,3	1,6	0,8	1,1	2,0
Elementos com 3 dimensões	0,4	—	—	—	—
Em obra	23,8	23,8	31,4	35,0	38,8
Madeira: Painéis	12,0	11,5	13,1	15,3	24,5
Aço: Painéis	—	—	0,4	0,6	—
Estrutura reticulada	5,4	3,3	5,7	7,3	7,8
Tijolos: Tradicional nacionalizado	13,0	13,6	16,7	14,1	6,5

Os valores relativos à Holanda, constantes do Quadro 3, mostram um crescimento significativo, nos últimos anos, do betão moldado em obra, à custa da construção de painéis pesados e da construção de tijolo. Neste período, o número total de fogos construídos foi relativamente estável neste país.

Passando aos países europeus de economia planificada, o Quadro 4 apresenta valores da construção na Checoslováquia para os edifícios multifamiliares.

Naquele quadro, verifica-se um muito elevado índice de prefabricação. Assim a construção de blocos de pequena dimensão foi praticamente substituída pelas soluções de painéis pesados. Os sistemas de painéis de dimensão média, atingiram um máximo em 1970 e estão também a ser substituídos pelos painéis de maior dimensão. Como curiosidade, registe-se que a solução de estruturas reticuladas monolíticas, tão generalizadas entre nós, nunca teve significado naquele país.

No Quadro 5, apresenta-se ainda o exemplo da Hungria, com uma evolução idêntica ao caso anterior. Apenas de registar o relevo que parece estar a assumir naquele país a solução de "béton banché".

Quadro 3 — Construções para todos os tipos de habitação na Holanda				
Tipos de construção	Porcentagem			
	1971	1972	1973	1974
"Béton banché"	18,9	22,4	27,7	28,9
Elementos pesados com a dimensão dum compartimento	9,7	6,5	6,3	5,9
Elementos leves, incluindo o tijolo, etc.	71,3	71,1	66,0	65,2

Noutros países, a evolução para soluções de prefabricação não atinge expressão idêntica. Assim, na Itália, e de acordo ainda com aquelas estatísticas, em 1973 apenas 0,5 % das construções para habitação eram prefabricadas. O que não impede que, den-

Quadro 4 — Construções para edifícios multifamiliares na Checoslováquia			
Tipos de construção	Porcentagem		
	1963	1970	1974
Blocos cerâmicos de betão	42,8	7,8	3,7
Painéis de dimensão média	10,7	17,0	7,1
Estruturas reticuladas monolíticas	0,6	0,2	—
Estruturas reticuladas prefabricadas	2,8	2,3	2,8
Painéis com a dimensão dum compartimento	36,6	72,6	85,9

tro da construção tradicional, se venha a verificar uma crescente utilização de elementos parcialmente industrializados (18).

As estatísticas da O.N.U. não referem a situação em França mas estima-se em 1972 que cerca de 60 % das construções para habitação de renda económica e a quase totalidade das construções escolares fossem executadas segundo sistemas industrializados (19).

Os números apresentados mostram, nalgumas regiões, uma tendência para o aumento das dimensões dos elementos prefabricados: dos tijolos e blocos pequenos passa-se para os blocos de tamanho médio e para os painéis de grandes dimensões. Há uma evolução lenta mas sistemática a que correspondem sucessivas etapas de industrialização.

Quadro 5 — Construções para edifícios multifamiliares na Hungria			
Tipos de construção	Porcentagem		
	1963	1970	1974
Blocos cerâmicos	32,4	18,6	11,4
Blocos de betão leve de dimensão média	22,9	3,4	0,9
Grandes blocos de betão leve	19,6	19,3	11,6
Painéis com a dimensão dum compartimento	1,3	49,7	59,9
Estruturas reticuladas de betão armado	15,8	4,9	2,2
"Béton banché"	2,1	3,7	13,8

Porém nem sempre será a utilização dos grandes painéis que constituirá a via da industrialização. As construções com parede de betão moldado em obras, o recurso a toda a complexa gama de elementos secundários — dificilmente detectada nas estatísticas — é a introdução da mecanização da obra são outras tantas vias de industrialização que se têm vindo a acentuar.

Para o caso português, a informação de que se dispõe, refere-se apenas ao período de 1970 a 1973 e provém também das estatísticas da O.N.U. (3). O Quadro 6 apresenta os valores disponíveis, os quais não são muito explícitos quanto às técnicas utilizadas, mas apenas quanto aos materiais da estrutura resistente. Em todo o caso, parece claro que a construção é praticamente toda tradicional, embora se verifique uma transferência das estruturas de pedra, ainda correntes em certas regiões, e de tijolo para as estruturas de betão armado.

Quadro 6 — Construção para todos os tipos de habitação, em Portugal				
Tipos de construção	Porcentagem			
	1970	1971	1972	1973
Madeira	0,2	0,2	0,1	0,1
Pedra	15,1	11,6	7,1	5,8
Tijolos	40,2	39,8	33,2	31,3
Estruturas reticuladas de betão armado	40,8	44,1	54,8	59,5
Blocos de betão	3,4	4,1	4,8	3,2
Estruturas reticuladas de aço	0,1	0,1	—	0,1
Outros	0,1	0,2	—	—

7 — OBSERVAÇÕES FINAIS

Apresentou-se uma panorâmica do processo de industrialização da construção, exemplificando com a experiência de vários países. Salientou-se a importância das várias acções que contribuem para este processo: racionalização, mecanização e prefabricação. Procurou-se dar à prefabricação o seu verdadeiro significado.

Numa economia como a portuguesa, onde se começou a dar os primeiros passos no sentido da industrialização da construção, onde são limitados os meios financeiros que podem ser afectados ao sector, onde existe falta de mão-de-obra especializada da construção, onde são graves as carências de edifícios com a qualidade mínima, torna-se necessário ponderar correctamente as opções a tomar e as vias a seguir. Estas passam pelo esforço intelectual e não apenas pelo esforço físico, pela racionalização e não pela improvisação, pelo processo industrial e não pelo artesanato.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, Lisboa — Colóquio sobre política da habitação. Relato Final, Lisboa, 1969
- 2 — INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA, Lisboa — Estatísticas da Construção e de Habitação, Lisboa, 1970 a 1974
- 3 — ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, New York — Trends in the industrialization of building. New York, 1970
- 3 — ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, New York — Annual Bulletin of Housing and Building. Statistics for Europe United Nations. New York, vol. XV, 1971; Vol. XVIII, 1974
- 4 — ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, New York — Principes directeurs des politiques et mesures gouvernementales à appliquer pour industrialiser progressivement la construction, New York, 1974
- 5 — PORTUGAL — Programa do 1.º Governo Constitucional, Lisboa, Agosto 1976
- 6 — CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT, Paris — Entretiens sur la mécanisation et l'automatisation des fabrications dans le bâtiment. "Cahiers du C.S.T.B.", Paris, Cahier n.º 1255, Juil/Aout 1974
- 7 — BALLADUR, J. — L'industrialisation du Bâtiment. "Construction", Paris, Mars 1965
- 8 — MYRDAL, G. — Needs versus capacity — "Proceedings of the third CIB Congress: Towards Industrialised Building". Amsterdam. Elsevier Publishing Company, 1966
- 9 — AUBERT, Y — Le bâtiment peut devenir une industrie?, Paris, Eyrolles 1971.
- 10 — BERGVALL, M.L. — Design aids modular coordination. "5th CIB Congress: Research into Practice". Paris, 1971.
- 11 — SEBESTYEN, G. — Les Interrelations et la coopération de la recherche industrielle dans le bâtiment effectué dans les instituts publics, indépendants et industriels de recherche, Paris, CIB, 1971
- 12 — BRASÃO FARINHA, J.S. — Dificuldades para a industrialização da construção de habitações. "3.ªs Jornadas Luso-Brasileiras de Engenharia Civil" Luanda/Lourenço Marques, 1971
- 13 — RICHTER, R.P.; SQUASSONI, E.; RUSSO, T. — A indústria de préfabrição na solução do problema habitacional. "3.ªs Jornadas Luso-Brasileiras de Engenharia Civil". Luanda/Lourenço Marques, 1971
- 14 — MÁRIO TRINDADE — A préfabrição no plano nacional da habitação, do Brasil. "3.ªs Jornadas Luso-Brasileiras de Engenharia Civil". Luanda/Lourenço Marques, 1971
- 15 — RITTER, H.F. — Observations de principe concernant l'industrialisation du bâtiment. "Europrefab". Lucerne, 1972
- 16 — HUTTENBERGER, L. — Tendances et développement dans la construction industrialisée en Suède. "Europrefab". Lucerne, 1972
- 17 — GILLHAM, J.M. — Building industrialization. United Kingdom, experience and future trends. "Europrefab". Lucerne, 1972
- 18 — POTESTA, A. — Situation et tendances de l'industrialisation du bâtiment en Italie. "Europrefab". Lucerne, 1972
- 19 — VANDENKERCKHOVE, M. — L'industrialisation du bâtiment en France. "Europrefab". Lucerne, 1972
- 20 — NISSEN, H. — Industrialized building and modular design. London, Cement and Concrete Association, 1972
- 21 — HAKIM, F.; HENRY, E.; PROVISOIR, H. — Pôles et perspectives de l'industrialisation du bâtiment. Grenoble. Institut de Recherche Économique et de planification, 1972
- 22 — MOULET, J. — Le marché français de la maison individuelle et les éléments de catalogue. "VII Congress International du Béton Manufacturé". Barcelona, BIBM, 1972
- 23 — WEISNTEN, I. — Apartment houses prefabricated in small series. "VII Congress International du Béton Manufacturé". Barcelona, BIBM, 1972
- 24 — VEZIN, C. — L'agrément technique et sa situation à l'échelle européenne. "Schweizer Baubatt", n.º 23, Março, 1973
- 25 — TEIXEIRA TRIGO, J.A. — Edifícios préfabricados. Curso de Especialização 144. Lisboa, LNEC, 1973
- 26 — ORDOÑEZ, J.A.F. — Prefabrication. Teoría y práctica. Vol I., Barcelona, Ed. Técnicos Asociados, 1974
- 27 — ODDIE, G. — École et la construction industrialisée. Paris, Ed. O.C.D.E., 1975
- 28 — RUIZ DUERTO — Um nuevo procedimiento de construcción industrializada. "Monografías del Instituto Eduardo Torroja", Madrid, 329, 1975